

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3374551号
(P3374551)

(45) 発行日 平成15年2月4日(2003.2.4)

(24) 登録日 平成14年11月29日(2002.11.29)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 4 N 1/405
1/403

識別記号

F I

H 0 4 N 1/40

B

1 0 3 A

請求項の数 1 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平6-265284

(22) 出願日 平成6年10月28日(1994.10.28)

(65) 公開番号 特開平8-130640

(43) 公開日 平成8年5月21日(1996.5.21)

審査請求日 平成11年9月9日(1999.9.9)

(73) 特許権者 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル

(72) 発明者 熊城 秀郎

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

(74) 代理人 100064746

弁理士 深見 久郎 (外2名)

審査官 加内 慎也

(56) 参考文献 特開 平6-98157 (J P, A)

特開 平3-219774 (J P, A)

特開 平3-184467 (J P, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 N1値で表わされた入力画像データを前記N1値より小さいN2値の画像データに変換するN2値変換手段と、

前記N2値で表わされた画像データを前記N2値より小さいN3値データに変換するN3値変換手段と、

前記N3値変換時の誤差を拡散するデータを準備する第1誤差拡散データ準備手段と、

前記N3値変換時の出力画像の平均濃度と前記N2値画像との誤差を注目画素の周囲において拡散するデータを準備する第2誤差拡散データを準備する第2誤差拡散データ準備手段と、

前記N2値画像データをもとに前記入力画像データの局所領域の最大値と最小値との差、分散およびエッジ検出量のいずれか1つを判別する手段と、

2

前記判別手段の判別結果に応じて前記局所領域の最大値と最小値との差、分散またはエッジ検出量が大きいほど、前記第2誤差拡散データを大きくフィードバックするように調整する手段と、

前記第1誤差拡散データと前記調整された第2誤差拡散データとを用いて前記N2値画像データを補正する手段とを含む、画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は画像処理装置に関し、特に誤差拡散2値化方式を用いた画像処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、画像処理装置の階調性と解像度を両立させる2値化方式として誤差拡散方式がある。誤差

拡散方式においては、誤差補正された多値画像をしきい値で2値化し、そのときに発生した2値化誤差を周辺へ伝搬させることで面積階調保存を行なう。この方式はR. Floyd らによって提案されたものである。

【0003】図6は従来の画像処理装置に採用された一般的な誤差拡散法を実現する画像処理回路31の構成を示すブロック図である。図6を参照して、従来の画像処理回路は8ビットで表わされた画像データを入力して誤差補正を行なう誤差補正部22と、誤差補正された入力画像データを所定のしきい値Thで2値化する2値化部23と、2値化出力データと誤差補正された入力画像データとの誤差を算出する2値化誤差算出部24と、2値化誤差を拡散するための補正データを準備する2値化誤差拡散部25とを含み、2値化誤差拡散部25で準備された補正データを用いて入力画像データに対して誤差補正が行なわれる。

【0004】2値化誤差算出部24は2値化された出力画像データと、低および高の2つの基準値を入力し、2値出力画像データに基づいていずれかの基準値を出力するセレクト241と、セレクト241から出力されたデータと誤差補正された入力画像データとから2値化誤差

$$E_{ave_{xy}} = \frac{1}{\sum_{k,n \in S} m_{k,n}} \sum_{k,n \in S} m_{k,n} E_{x-k, y-n} \quad \dots(2)$$

【0008】一般に重み付け係数 $m_{k,n}$ は注目画素に近いほど大きく、主走査方向のマトリックスサイズ k は5画素、副走査方向のサイズ n は2～3ラインとする場合が多い。このような誤差重み付けフィルタ252の具体的な例は図6に示すとおりである。

【0009】図6を参照して従来の画像処理装置は2値化誤差を拡散するためにフィードバックループを構成する。フィードバックループを持つため、特に画像先端あるいは後端の条件（初期化や有効画像領域設定）に注意が必要である。また、一連の処理をパイプライン化できないため、基本的に高速化が困難な方式といえる。

【0010】ここで、たとえば手書きの鉛筆原稿のように下地の白い低濃度細線では、2値化誤差の発生量は小さくかつ線画の幅が狭いので、誤差の伝搬が間に合ず、画像の途切れが生じ、同時にゴーストエラーが発生する。このゴーストエラーが蓄積され、線画領域を外れたところで2値化しきい値を超えてしまうと、線画の歪が発生する。この低濃度細線の途切れと歪は、誤差拡散法の原理に起因する最大の欠点である。濃度が低濃度から高濃度（あるいはその逆）へ急激に変化する境界領域での方向性問題も同様の原因で発生する。下地がある程度被っていると、これらの現象は発生しにくい。

【0011】またベタ領域では、不規則なテクスチャが発生する（この誤差重み付けフィルタの形状と密接に関連している）。特に低濃度部では、そのテクスチャが目立ちやすく、見慣れていないと奇異に感じることもある。さらに中間濃度部では高周波テクスチャ成分が印字

を算出する2値化誤差算出器242とを含む。2値化誤差拡散部25は、2値化誤差算出部24から出力されたデータを2ライン分ストアするためのファーストインファーストアウト形式の誤差格納ラインメモリ251と、誤差格納ラインメモリ251に接続され、注目画素に近いほど大きな重み付けを行なう誤差重み付けフィルタ252とを含む。

【0005】次に動作について説明する。入力多値画像の濃度を $f(x, y)$ ($0 \leq f(x, y) \leq 1$)とし、出力画像濃度を $g(x, y)$ ($= 0 \text{ or } 1$)とすると、2値化誤差 E_{xy} は次の式(1)で表わされる。

【0006】

$$E_{xy} = f(x, y) - g(x, y) \quad \dots(1)$$

誤差拡散法は、この E_{xy} を平均して小さくしようとするもので、入力多値画像に対して周辺画像の重み付け平均値で補正を行なう。重み付け平均値を $E_{ave_{xy}}$ とすれば、重み付け平均値 $E_{ave_{xy}}$ は以下の式(2)で表わされる。

【0007】

【数1】

の際に潰れやすく、黒シミとなる場合がある。

【0012】図6に示した従来の画像処理回路で処理した画像の例を図7～図9に示す。図7を参照して低濃度細線では、途切れとガタツキが発生している（図7の矢印部分、しきい値：128/255で2値化している）。図8を参照して、低濃度部に不規則なテクスチャが目立つ。また、黒シミも存在する。図9を参照して黒色画像と白色画像の境界には黒かぶりや白ヌケのような方向性も顕著にみられる。

【0013】なお、ここでテクスチャとは縞模様のことをいう。

【0014】

【関連の技術】図10は従来の一般的な誤差拡散法の問題点を解消する2値化平均濃度誤差拡散法を実現する画像処理回路の構成を示すブロック図である。図10を参照して2値化濃度誤差拡散法を実現する画像処理回路32においては、図6に示した誤差を拡散させる第1のフィードバックループに加えて出力2値画像の平均濃度と原画像との誤差を拡散させる第2のループを持つことが大きな特徴である。すなわち、図10を参照して、画像処理回路32は、画像処理回路31に加えて、2値化誤差算出部24からの出力データに対して出力2値画像の平均濃度と原画像との誤差を拡散させる2値化平均誤差拡散部26と、2値化平均誤差拡散部26からの2値化平均誤差データを入力画像データから減算する減算部29とを含み、減算された画像データも考慮して誤差補正

部22で入力画像データの補正が行なわれる。2値化平均誤差拡散部26は、2値化画像データを2ライン格納する出力2値画像格納ラインメモリ261と、出力2値画像格納ラインメモリ261に接続され、出力2値画像に対して所定の重み付けを行なう2値化平均濃度重み付けフィルタ262を含む。

$$Bave_{xy} = \frac{1}{\sum_{k,n \in s} m2_{k,n}} \sum m2_{k,n} g_{x-k, y-n} \quad \dots (3)$$

【0017】この2値平均値 $Bave_{xy}$ と原画像 $f(x, y)$ に対して補正する。
 (x, y) の差を $EBave_{xy}$ とすれば、式(4)で2値化平均誤差が表わされる。これを入力多値画像濃度 f

$$EBave_{xy} = f(x, y) - Bave_{xy} \quad \dots (4)$$

第2のループに誤差が発生するのは、以下に示すように原画像と2値出力平均濃度との差が生じた場合であるから、第1のループで以下の現象が発生したときに、第2のループはそれを補正する方向に働く。

【0019】(i) 低濃度細線などで2値出力に途切れ/歪が生じた。

(ii) 方向性が発生した。

【0020】(iii) 極端に低周波のテクスチャが発生した。

つまり、第1の誤差拡散ループにおいて、誤差拡散の原理的不具合が発生したとき、第2のループによってその処理エラーが吸収/拡散され、高画質化が達成される。

【0021】この方式による処理サンプルを図11～図13に示す。図11を参照して低濃度細線では、前述の第2ループの補正効果により途切れ/歪が大幅に改善されている。図12を参照して黒シミに対しては改善効果は少ない。図13を参照して方向性に関してはかなりの改善効果がみられる。

【0022】したがって本方式は、ほとんどの画像属性において、一般的な誤差拡散法よりも画質的に同等か優れる。ただし、ハード的にはフィードバックループが増えるため、動作速度が遅くなる。

【0023】次に従来の一般的な誤差拡散法を改良する他の方法としてディザ誤差拡散法について説明する。図14はディザ誤差拡散法を実現するための画像処理回路の構成を示すブロック図である。図14を参照して、ディザ誤差拡散法を実現する画像処理回路33は、従来の画像処理回路31に対して8ビットの入力画像データに対して 4×4 のディザマトリックスを用いて4ビットの画像データが出力され、その出力画像データに対して誤差補正が行なわれる。

【0024】図14を参照して多値ディザ部21は、8ビットの入力画像データの上位4ビットと“1”を入力し、その和を出力する加算器211と、ラスタスキャンにおける水平/垂直同期信号を図示のないカウンタによりカウントし、図示のないデコーダにより 4×4 ディザマトリックスの4ビットのしきい値を出力するディザマ

【0015】2値化平均濃度誤差拡散法において2値平均値を $Bave_{xy}$ とすれば、次の式(3)で2値化平均値 $Bave_{xy}$ が表わされる。

【0016】

【数2】

(x, y) に対して補正する。

【0018】

トリックス212と、ディザマトリックス212から出力される4ビットのしきい値 Txy と8ビットの入力画像データの下位4ビットとを比較して1ビットのデータを出力する比較器213と、8ビットの入力画像データの上位4ビットと、加算器211からの加算データを入力し、比較器213からの信号に応じていずれかのデータを選択的に出力するセレクタ214を含む。

【0025】ディザ誤差拡散法においては、誤差拡散法をハード化することによって、動作速度の大幅な向上とコストダウンが可能である。

【0026】ところで、8ビットの入力画像データに対して従来の256階調を実現するためには、フィードバック部の基本演算データ幅を8ビットにする必要があった。8ビットだと、誤差重み付け演算時には、係数16で最大12ビットの加算演算が必要になる。しかしながら、この方式を用いれば、256階調を実現するために基本演算データ幅は4ビットで十分であり、前述の最大加算演算は8ビットですむ。これにより、動作速度の大幅な向上が実現できる。また、誤差格納メモリも従来の半分ですむ。さらに、画質的には、コンピュータグラフィック画像等で不規則なテクスチャの発生がディザ成分により抑えられる。

【0027】この場合の処理サンプルを図15～図17に示す。図11～図13と比較して、不規則なテクスチャの発生が抑えられている状態がわかる。

【0028】図18は図6に示した2値化平均濃度誤差拡散法と図14に示したディザ誤差拡散法とを単純に組合せた画像処理回路34の構成を示すブロック図である。図18を参照して、2値化平均誤差拡散法とディザ誤差拡散法とを組合せた画像処理回路34の構成はそれぞれ先に述べた構成を組合せたものであるため、同一箇所に同一符号を付してその説明は省略する。

【0029】

【発明が解決しようとする課題】図19～図21は2値化平均誤差拡散法とディザ誤差拡散法とを単純に組合せた画像処理回路34により得られたサンプル画像を示す図である。図19を参照して、この構成に係る画像処理回路34においては、画質的にはディザ誤差拡散法単体

の場合である図14の画像処理回路33よりも低濃度細線の再現性が大幅に向上する。しかしながら、コンピュータグラフィックス画像等の分散の小さな画像においては、2値化平均誤差を補正した影響により、再び誤差拡散特有の不規則な縞模様（テクスチャ）が発生している。この影響により黒シミも再発生している。

【0030】ところで、2値化平均誤差拡散法とディザ誤差拡散法とを組合せれば、高画質で高速な誤差拡散法が構成できるはずである。しかしながら、単純な組合せでは、両者の持つ画像的長所が互いのアルゴリズムによ

って打消される現象が発生する場合がある。
【0031】この発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、2値化平均誤差拡散法およびディザ誤差拡散法を組合せた場合でも、コンピュータグラフィックス等で縞模様が発生することがなく、かつ高速の誤差拡散が可能な画像処理装置を提供することを目的とする。

【0032】

【課題を解決するための手段】この発明に係る画像処理装置は、N1値で表わされた入力画像データをN1値よりも小さいN2値の画像データに変換するN2値変換手段と、N2値で表わされた画像データをN2値よりも小さいN3値データに変換するN3値変換手段と、N3値変換時の誤差を拡散するデータを準備する第1誤差誤差拡散データ準備手段と、N3値変換時の出力画像の平均濃度と前記N2値画像との誤差を注目画素の周囲において拡散するデータを準備する第2誤差拡散データを準備する第2誤差拡散データ準備手段と、N2値画像データをもとに入力画像データの局所領域の最大値と最小値との差、分散およびエッジ検出量のいずれか1つを判別する手段と、判別手段の判別結果に応じて局所領域の最大値と最小値との差、分散またはエッジ検出量が大きいほど、第2誤差拡散データを大きくフィードバックするように調整する手段と、第1誤差拡散データと調整された第2誤差拡散データとを用いてN2値画像データを補正する手段とを含む。

【0033】

【作用】入力されたN1値の画像データをN2値の画像データに変換し、N2値の画像データに基づいてその画像の局所領域の最大値と最小値との差、分散およびエッジ検出量のいずれか1つが判別される。そしてその判別結果に基づいて平均画像濃度と画像データの誤差を拡散する第2誤差拡散手段の拡散量が制御される。画像の局所領域の最大値と最小値との差、分散およびエッジ検出量のいずれか1つに応じてN3値化平均誤差の補正量が制御されるため、画像の局所領域の最大値と最小値との差、分散またはエッジ検出量に応じたN3値化処理が行われる。

【0034】

【実施例】以下この発明の実施例を図面を参照して説明

する。図1はこの発明に係る画像処理装置の構成を示すブロック図である。図1を参照して、この発明に係る画像処理装置は、8ビットの画像データを入力してそれを4ビットのディザ画像データに変換する多値ディザ回路11と、多値ディザ回路11から出力された4ビットのディザ画像データを後に説明する2値化に伴う誤差データで誤差拡散するための誤差補正部12と、誤差補正部12に接続され、所定のしきい値Thで誤差補正されたディザ画像データを2値化する2値化部13と、2値化部13に入力される誤差補正されたディザ画像データと2値化出力画像データとの差を算出する2値化誤差算出部14と、算出された2値化誤差に対して誤差拡散するための2値化誤差拡散部15と、2値化された出力画像データの2値化平均濃度と原画像データとの誤差を出力するための2値化平均誤差拡散部16と、2値化平均誤差拡散部16と、多値ディザ回路11から出力された4ビット4×4ディザマトリックスの画像データをもとにその画像の属性を判定する属性判定部17と、属性判定部17からの判定結果に応じて2値化平均濃度誤差を調整する調整部18とを含む。

【0035】次に動作について説明する。入力された画像データf1は多値ディザ回路11でディザ画像データf2に変換され、誤差補正部12で誤差補正されて誤差補正データf3となる。誤差補正データf3は2値化部13で2値出力画像g1として出力される。2値出力画像データg1はその値に応じたいずれかの基準値に2値化誤差算出部141で変換され、変換された2値化誤差データg2は2値化誤差拡散部15へ入力され、2値化誤差拡散データh1として誤差補正部12へ出力される。変換された2値化誤差データg2は2値化平均誤差拡散部16にも入力される。2値化平均誤差拡散部16からの2値化平均誤差濃度データh2は後に説明する調整部18で処理され、誤差補正データh4として誤差補正部12へ送られる。

【0036】属性判別部17は、ディザマトリックス画像データを5ライン分ファーストインファーストアウト形式で記憶するディザ格納ラインメモリ171を含む。このディザ格納ラインメモリ171で5×5の局所ウィンドウが生成される。5×5局所ウィンドウ内の最大値と最小値が最大/最小値検出フィルタ172によって検出され、その差に応じて最大/最小値検出フィルタ172に接続された利得制御回路173によって画像の属性が判定される。具体的には、最大値と最小値との差が小さいと画像データは非分散属性であると判断され、大きいと分散属性と判定される。

【0037】図2は利得制御回路173の具体的な動作を説明するための図である。図2を参照して、最大/最小値検出フィルタ172で検出された最大値と最小値との差に応じて利得が決定される。すなわち、利得制御回路173は、最大値と最小値の差を3分割するための利得

変換しきい値 $Th1$ および $Th2$ とを含み、このしきい値に応じて画像の属性に応じた利得が決定される。具体的には、最大値と最小値との差がしきい値 $Th1$ よりも小さいときは利得は0となり、その差がしきい値 $Th1$ と $Th2$ の間であるときは0.5とされ、その差しきい値 $Th2$ よりも大きいときは1とされる。

【0038】次に再び図1を参照して、調整部18は多値ディザ回路11から出力されるディザ画像データ $f2$ と2値化平均誤差拡散部16から出力される出力2値画像の平均濃度 $h2$ との誤差を算出する減算回路181と減算の結果得られた誤差データ $h3$ に対して利得制御回路173で得られた画像の属性に応じた利得を乗算するための乗算回路182とを含む。このようにして調整された誤差拡散データ $h4$ が誤差補正部12へ出力され、ディザ画像データ $f2$ に対して誤差拡散が行なわれる。

【0039】図1に示したこの発明に係る画像処理回路においては、画像の局所領域の最大値/最小値を検出し、その値に応じて画像の属性を判別している。たとえばコンピュータグラフィックス画像等では、濃度の分散が極めて小さいため局所領域の最大値と最小値の差は極めて小さくなる。この最大、最小値の差が小さいほど2値化平均誤差のフィードバック量が小さくなるよう制御される。すなわち、分散が極めて少ない場合には2値化平均濃度誤差の補正をキャンセルすることにより、ディザ誤差拡散のみを行なわせる。その結果、コンピュータグラフィックス等の分散が極めて小さな画像における独特の縞模様の発生が防止できる。

【0040】図3～図5はこの発明に係る画像処理回路において画像処理をした場合の出力画像の例を示す図である。図3～図5を参照して画像の領域判別をおこなっているため、コンピュータグラフィックス画像における縞模様の発生が抑えられ、かつ低濃度細線の再現性がよく、さらに黒シミの発生も抑えられているのがわかる。

【0041】上記実施例においては、画像の属性を局所領域の最大値と最小値を検出して行なったが、これに限らず、画像のエッジや分散値を検出してよい。画像のエッジ検出時においては、その検出量が小さいときは調整部18において誤差補正量を減少させてもよい。

【0042】また、画像の属性判別を分散値を用いて検出したときは、分散値が小さいときは調整部において誤差補正量を減少させてもよい。

【0043】また、上記実施例において最大/最小値検出を行なった場合にその差が小さいときは調整部18において誤差補正量を減少させてもよい。

【0044】

【発明の効果】以上のようにこの発明によれば、入力された $N1$ 値の画像データを $N2$ 値のディザ画像データに変換し、その画像の属性を判別してその判別結果に基づいて平均画像濃度とディザ画像データの誤差を拡散する。画像の属性に応じて誤差拡散が制御されるため、デ

ィザ誤差拡散と2値化平均濃度誤差拡散の両者の持つ画像処理の長所が活かされた画像処理が行なわれる。この結果、高速動作可能でかつローコストでありながら、従来の誤差拡散法にあった低濃度細線の途切れ/型付の発生が少なく、かつコンピュータグラフィックス画像のような分散の少ない画像データでの特有の縞模様の発生も低く押えることができ、高画質化も併わせて可能になる。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】この発明に係る画像処理回路の構成を示すブロック図である。

【図2】利得制御回路内で行なわれる内容を説明するための図である。

【図3】この発明に係る画像処理回路で画像を処理した場合の出力例を示す図である。

【図4】この発明に係る画像処理回路で画像を処理した場合の出力例を示す図である。

【図5】この発明に係る画像処理回路で画像を処理した場合の出力例を示す図である。

20 【図6】従来の一般的な誤差拡散法を実現する画像処理回路の構成を示すブロック図である。

【図7】従来の一般的な誤差拡散法によって得られる出力画像の例を示す図である。

【図8】従来の一般的な誤差拡散法によって得られる出力画像の例を示す図である。

【図9】従来の一般的な誤差拡散法によって得られる出力画像の例を示す図である。

【図10】2値化平均濃度誤差拡散法を実現する画像処理回路の構成を示すブロック図である。

30 【図11】2値化平均濃度誤差拡散法による出力画像の例を示す図である。

【図12】2値化平均濃度誤差拡散法による出力画像の例を示す図である。

【図13】2値化平均濃度誤差拡散法による出力画像の例を示す図である。

【図14】ディザ誤差拡散法を実現する画像処理回路の構成を示すブロック図である。

【図15】ディザ誤差拡散法で出力した場合の出力例を示す図である。

40 【図16】ディザ誤差拡散法で出力した場合の出力例を示す図である。

【図17】ディザ誤差拡散法で出力した場合の出力例を示す図である。

【図18】2値化平均誤差拡散法とディザ誤差拡散法を単純に組合せた場合の画像処理回路を示すブロック図である。

【図19】2値化平均誤差拡散法とディザ誤差拡散法を単純に組合せた場合の出力画像の例を示す図である。

【図20】2値化平均誤差拡散法とディザ誤差拡散法を単純に組合せた場合の出力画像の例を示す図である。

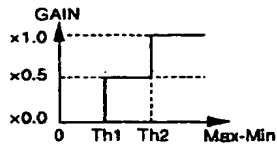
【図21】2値化平均誤差拡散法とディザ誤差拡散法を単純に組合せた場合の出力画像の例を示す図である。

【符号の説明】

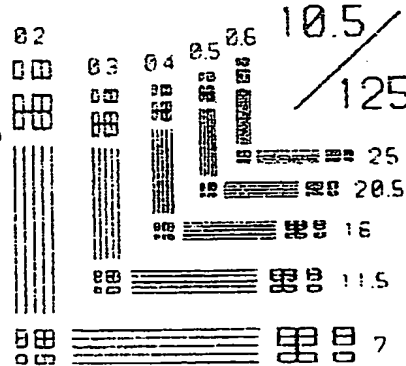
- 10 画像処理回路
- 11 多値ディザ回路
- 12 誤差補正部

- 13 2値化部
- 14 2値化誤差算出部
- 15 2値化誤差拡散部
- 16 2値化平均誤差拡散部
- 17 属性判別部
- 18 調整部

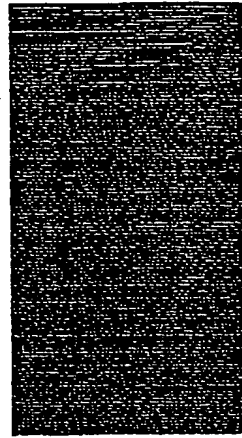
【図2】



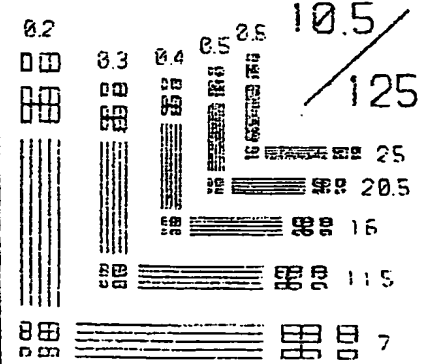
【図3】



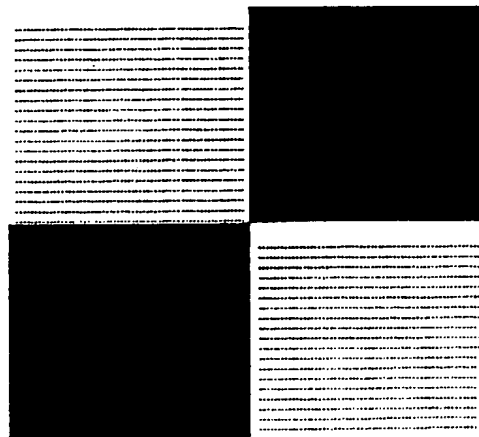
【図4】



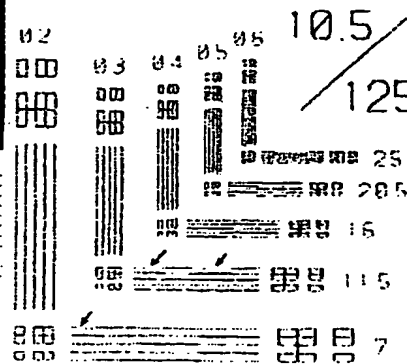
【図11】



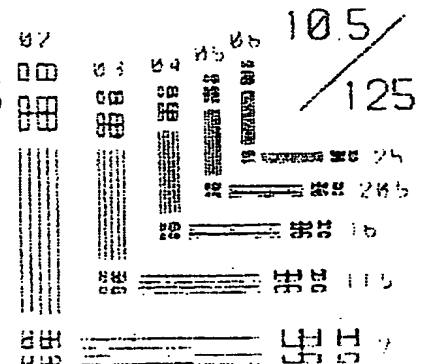
【図5】



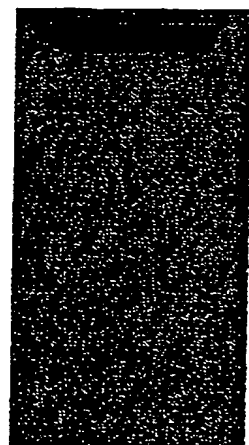
【図7】



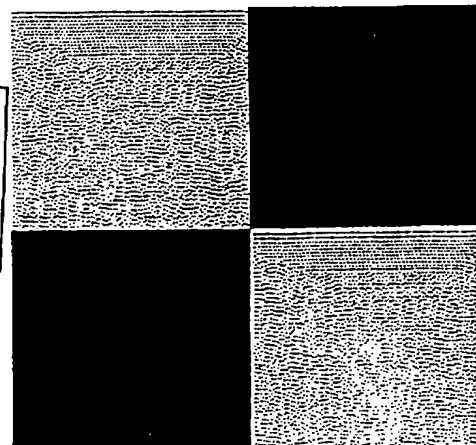
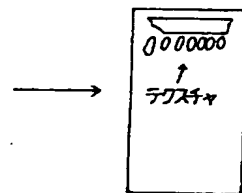
【図15】



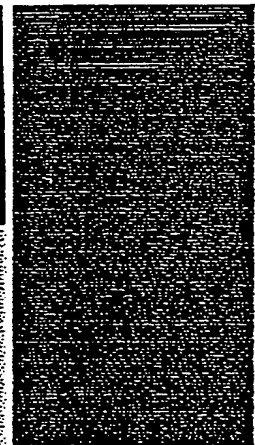
【図12】



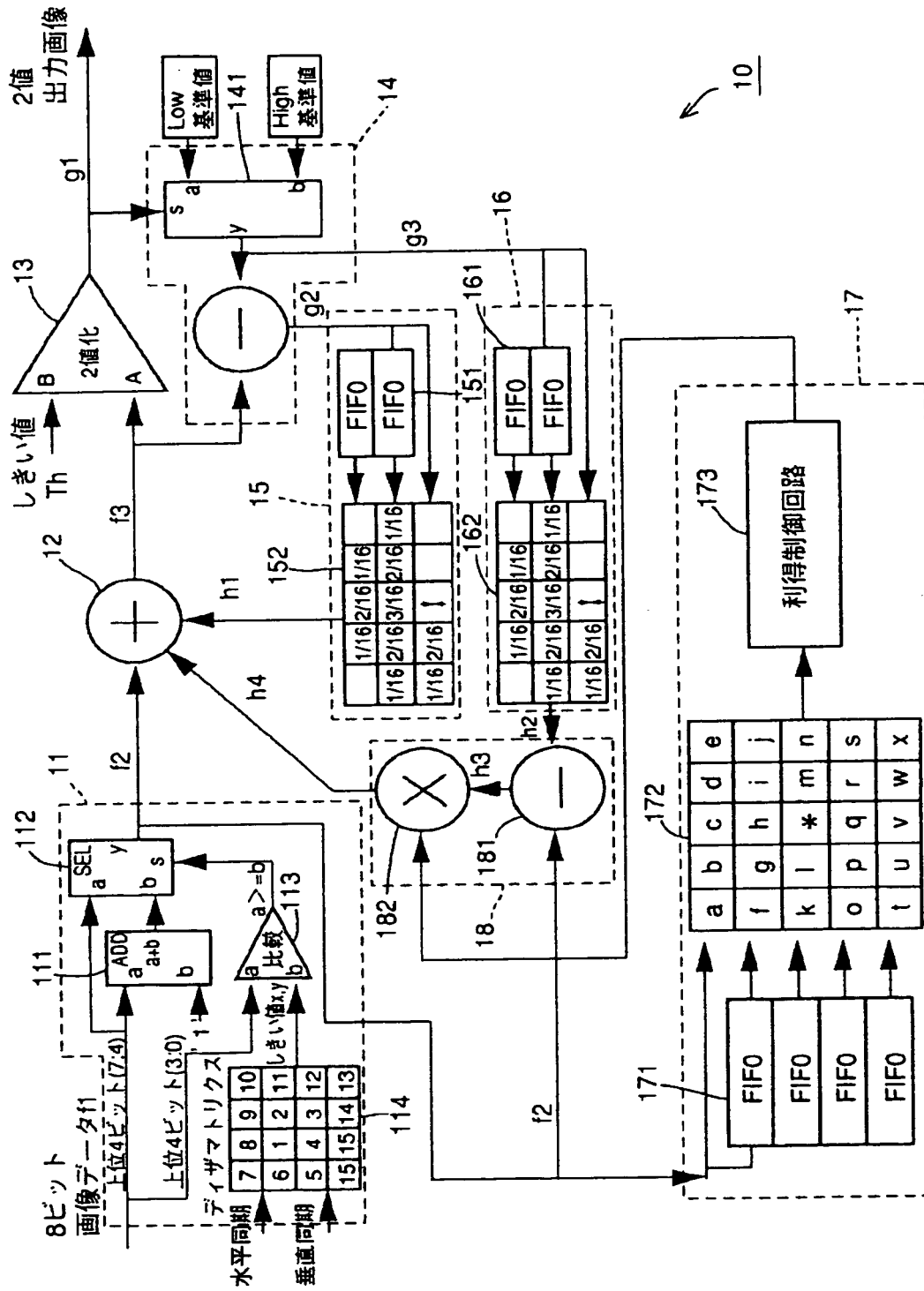
【図13】



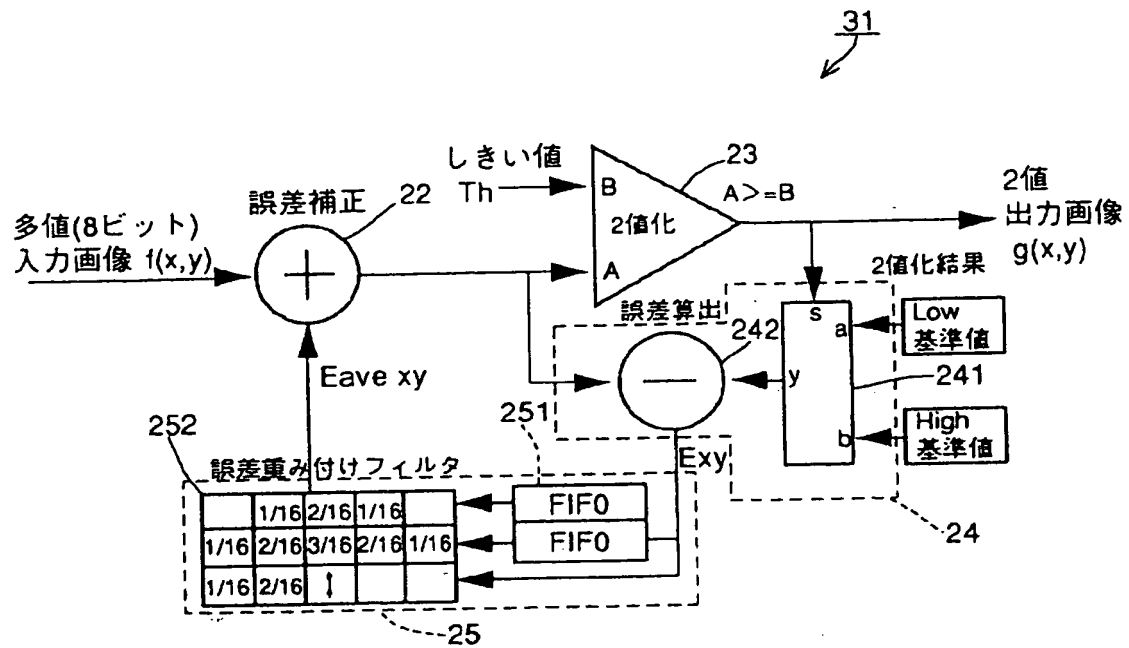
【図16】



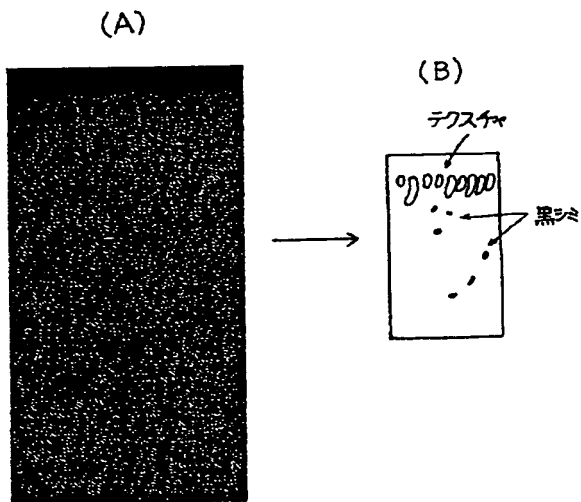
【图 1】



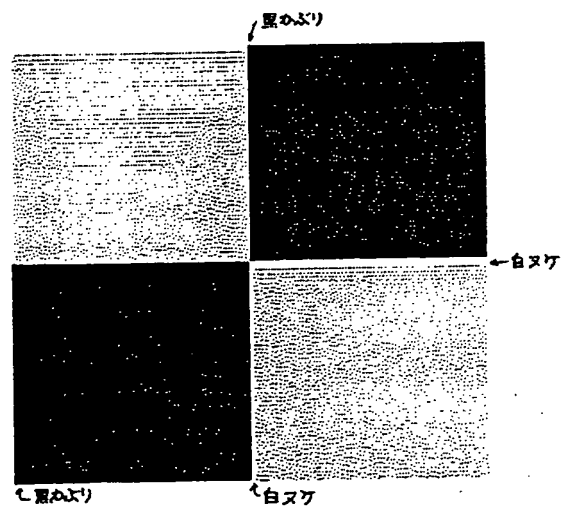
【図6】



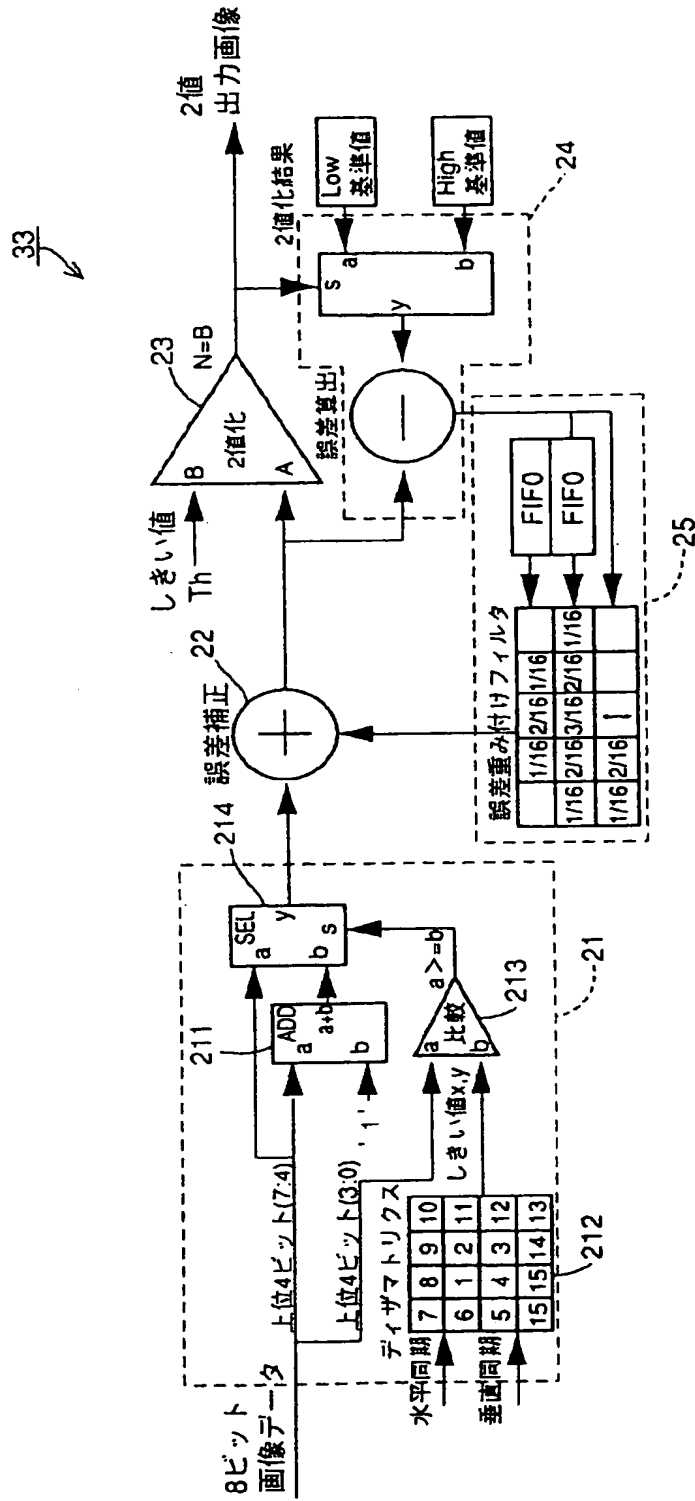
【図8】



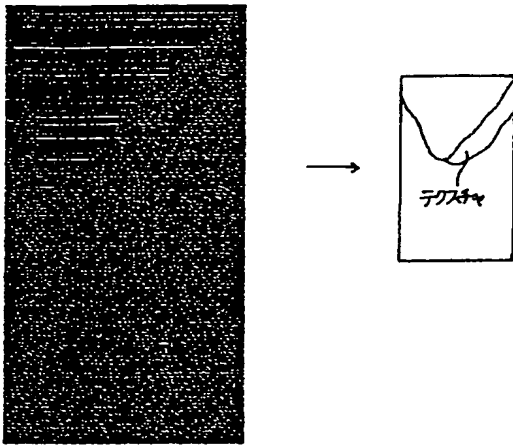
【図9】



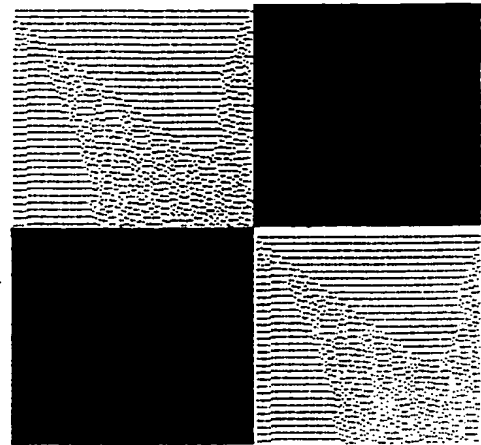
【図14】



【図20】



【図21】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

H04N 1/40 - 1/409

H04N 1/46

H04N 1/60

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

(57) [Claim(s)]

[Claim 1] An N binary conversion means to change into image data N binary [smaller than said N1 value] the input image data expressed with N1 value, An N3 value conversion means to change into N3 value data smaller than said N binary the image data expressed with said N binary, A 1st error diffusion data-preparation means to prepare the data which diffuse the error at the time of said N3 value conversion, A 2nd error diffusion data-preparation means to prepare the 2nd error diffusion data which prepare the data which diffuse the error of the average concentration of the output image at the time of said N3 value conversion, and said N binary image in the perimeter of an attention pixel, A means to distinguish any one of the difference of the maximum of the partial field of said input image data, and the minimum value, distribution, and the amounts of edge detection based on said N binary image data, A means to adjust so that the difference of the maximum of said partial field and the minimum value, distribution, or the amount of edge detection is large and said 2nd error diffusion data may be greatly fed back according to the distinction result of said distinction means, An image processing system including a means to amend said N binary image data using said 1st error diffusion data and said adjusted 2nd error diffusion data.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

{0001}

[Industrial Application] Especially this invention relates to the image processing system using an error diffusion binary-ized method about an image processing system.

{0002}

[Description of the Prior Art] Conventionally, there is an error diffusion method as a binary-ized method which reconciles the gradation nature and resolution of an image processing system. In an error diffusion method, the multiple-value image by which error correction was carried out is made binary with a threshold, and area gradation preservation is performed by making the binary-ized error then generated spread to the circumference. this method -- R.Floyd ** -- it is proposed.

[0003] Drawing 6 is the block diagram showing the configuration of the image-processing circuit 31 which realizes the general error diffusion method adopted as the conventional image processing system. The error assistant positive part 22 which the conventional image-processing circuit inputs the image data expressed with 8 bits with reference to drawing 6 , and performs error correction, The binary-ized section 23 which makes binary the input image data by which error correction was carried out by predetermined threshold Th, The binary-ized error calculation section 24 which computes an error with the input image data by which error correction was carried out to binary-ized output data, Error correction is performed to input image data using the amendment data prepared in the binary-ized error diffusion section 25 including the binary-ized error diffusion section 25 which prepares the amendment data for diffusing a binary-ized error.

[0004] The binary-ized error calculation section 24 inputs low and two reference values of quantity as the output image data made binary, and contains the binary-ized error calculation machine 242 which computes a binary-ized error from the input image data by which error correction was carried out to the selector 241 which is based on binary output image data, shifts, and outputs that reference value, and the data outputted from the selector 241. It connects with the error storing Rhine memory 251 of the first in first out format for storing the data outputted from the binary-ized error calculation section 24 by two lines, and the error storing Rhine memory 251, and the binary-ized error diffusion section 25 contains the error weighting filter 252 which performs such big weighting that it is close to an attention pixel.

[0005] Next, actuation is explained. When concentration of an input multiple-value image is set to $f(x, y)$ ($0 \leq f(x, y) \leq 1$) and output image concentration is set to $g(x, y)$ ($=0 \text{ or } 1$), the binary-ized error E_{xy} is expressed with the following formula (1).

[0006]

$$E_{xy} = f(x, y) - g(x, y) \quad \text{-- (1)}$$

An error diffusion method tends to average this E_{xy} , tends to make it small, and amends by the weighting average of a circumference image to an input multiple-value image. Eave_{xy}, then the weighting average Eave_{xy} are expressed with the following formulas (2) in the weighting average.

[0007]

[Equation 1]

$$Eave_{xy} = \frac{1}{\sum \sum_{k,n \in S} m_{k,n}} \sum_{k,n \in S} m_{k,n} E_{x-k, y-n} \quad \text{-- (2)}$$

[0008] Generally they are the weighting multipliers m_k and n . It is so large that it is close to an attention pixel, and the number of dots for character on soft copy k of a main scanning direction makes size n of 5 pixels and the direction of vertical scanning 2-3 lines in many cases. The concrete example of such an error weighting filter 252 is as being shown in drawing 6 .

[0009] Since the conventional image processing system diffuses a binary-ized error with

reference to drawing 6 , the feedback loop is constituted. Since it has the feedback loop, cautions are especially required for the conditions (initialization and effective image field setup) of an image tip or the back end. Moreover, since a series of processings cannot be pipelined, improvement in the speed can call it a difficult method fundamentally.

[0010] Here, like a handwritten pencil manuscript, in the white low concentration thin line of a substrate, since the width of face of a line drawing is small narrow, **** and the way piece of an image arise [error propagation] in between, and a ghost error generates the yield of a binary-ized error in coincidence. This ghost error is accumulated, and if a binary-ized threshold is exceeded in the place which separated from the line drawing field, distortion of a line drawing will occur. The way piece of this low concentration thin line and distortion are the greatest faults resulting from the principle of an error diffusion method. It generates by the cause that the directivity problem in the border area which changes from low concentration to high concentration (or the reverse) rapidly also has the same concentration. If the substrate has covered to some extent, it will be hard to generate these phenomena.

[0011] Moreover, an irregular texture occurs in a solid field (closely connected with the configuration of this error weighting filter). In the low concentration section, the texture tends to be especially conspicuous, and it may be sensed strange that it is not got used to seeing. Furthermore, in case a high frequency texture component is printing, it is easy to be crushed by the middle concentration section, and in it, it may become black SHIMI.

[0012] The example of the image processed in the conventional image-processing circuit shown in drawing 6 is shown in drawing 7 - drawing 9 . With reference to drawing 7 , the way piece and the backlash have occurred in the low concentration thin line (the arrow-head part of drawing 7 , a threshold: since it is made binary by 128/255, some improvement is possible if this is lowered to about 50). With reference to drawing 8 , an irregular texture is conspicuous in the low concentration section. Moreover, black SHIMI also exists. With reference to drawing 9 , a black fogging and directivity like white NUKE are also seen notably on the boundary of a black image and a white image.

[0013] In addition, a texture means striped here.

[0014]

[The technique of relation] Drawing 10 is the block diagram showing the configuration of the image-processing circuit which realizes the binary-ized average concentration error diffusion method which cancels the trouble of the conventional general error diffusion method. In the image-processing circuit 32 which realizes a binary-ized concentration error diffusion method with reference to drawing 10 , it is the big description to have the 2nd loop formation which diffuses the error of the average concentration of an output binary image and a subject-copy image in addition to the 1st feedback loop which diffuses the error shown in drawing 6 . Drawing 10 is referred to. Namely, the image-processing circuit 32 In the image-processing circuit 31, in addition, the binary-ized average error diffusion section 26 which diffuses the error of the average concentration of an output binary image, and a subject-copy image to the output data from the binary-ized error calculation section

24, The subtracted image data is also taken into consideration including the subtraction section 29 which subtracts the binary-ized average-error data from the binary-ized average-error diffusion section 26 from input image data, and amendment of input image data is performed by the error assistant positive part 22. It connects with the output binary image storing Rhine memory 261 which stores binary-ized image data by two lines, and the output binary image storing Rhine memory 261, and the binary-ized average-error diffusion section 26 contains the binary-ized average concentration weighting filter 262 which performs predetermined weighting to an output binary image.

[0015] In a binary-ized average concentration error diffusion method, the binary-ized average Bavexy is expressed with Bavexy, then the following formula (3) in the binary average.

[0016]

[Equation 2]

$$Bave_{xy} = \frac{1}{\sum \sum_{k,n \in s} m2_{k,n}} \sum m2_{k,n} g_{x-k, y-n} \quad \dots (3)$$

[0017] A binary-ized average error is expressed with EBavexy, then a formula (4) in the difference of this binary average Bavexy and the subject-copy image f (x y). This is amended to the input multiple-value image concentration f (x y).

[0018]

$$EBavexy = f(x, y) - Bavexy \quad \dots (4)$$

Since that an error occurs to the 2nd loop formation is the case where the difference of a subject-copy image and binary output average concentration arises as shown below, when the phenomenon of the following [the 1st loop formation] occurs, the 2nd loop formation is committed in the direction which amends it.

[0019] (i) It broke off to the binary output with the low concentration thin line etc., and /distortion arose.

(ii) Directivity occurred.

[0020] (iii) The texture of low frequency occurred extremely.

That is, in the 1st error diffusion loop formation, when the theoretic fault of error diffusion occurs, by the 2nd loop formation, the transaction error is absorbed / spread and high definition-ization is attained.

[0021] The processing sample by this method is shown in drawing 11 - Fig. 1313 . With reference to drawing 11 , with the low concentration thin line, it breaks off according to the amendment effectiveness of the 2nd above-mentioned loop formation, and /distortion is improved sharply. With reference to drawing 12 , there are few improvement effects to black SHIMI. With reference to drawing 13 , a remarkable improvement effect is seen about directivity.

[0022] Therefore, this method is excellent in almost all the images attribute in whether it is equivalent in [diffusion method / general / error] image quality. However, since the feedback loop increases in hard, a working speed becomes slow.

[0023] Next, a dither error diffusion method is explained as other methods of improving the conventional general error diffusion method. Drawing 1414 is a block diagram showing the configuration of the image-processing circuit for realizing a dither error diffusion method. With reference to drawing 14 , 4-bit image data is outputted using the dither matrix of 4x4 to 8-bit input image data to the conventional image-processing circuit 31, and, as for the image-processing circuit 33 which realizes a dither error diffusion method, error correction is performed to the output image data.

[0024] The adder 211 which the multiple-value dither section 21 inputs "1" as 4 bits of high orders of 8-bit input image data with reference to drawing 14 , and outputs the sum, The dither matrix 212 which outputs the threshold of 4 bits of a 4x4 dither matrix by the decoder which counts with a counter without illustration of the horizontal/Vertical Synchronizing signal in a raster scan, and does not have illustration, The comparator 213 which compares 4 bits of low order of the threshold Txy of 4 bits outputted from the dither matrix 212, and 8-bit input image data, and outputs 1-bit data, 4 bits of high orders of 8-bit input image data and the selector 214 which inputted the addition data from an adder 211, has embraced the signal from the comparator 213, shifts, and outputs those data alternatively are included.

[0025] In a dither error diffusion method, large improvement and a large cost cut of a working speed are possible by making an error diffusion method hard.

[0026] By the way, in order to realize 256 conventional gradation to 8-bit input image data, elementary operation data width of face of the feedback section needed to be made into 8 bits. When it is 8 bits, at the time of an error weighting operation, a 12 bits [a maximum of] add operation is needed by the multiplier 16. However, if this method is used, in order to realize 256 gradation, 4 bits of elementary operation data width of face will be enough, and the above-mentioned maximum add operation will end by 8 bits. Thereby, the large improvement in a working speed is realizable. Moreover, error storing memory also ends in the conventional one half. Furthermore, generating of an irregular texture is suppressed by the dither component by a computer graphic image etc. in image quality.

[0027] The processing sample in this case is shown in drawing 15 - drawing 17 . The condition that generating of an irregular texture is suppressed is known as compared with drawing 11 - drawing 13 .

[0028] Drawing 18 is the block diagram showing the configuration of the image-processing circuit 34 which combined simply the dither error diffusion method shown in the binary-ized average concentration error diffusion method shown in drawing 6 , and drawing 14 . In order that the configuration of the image-processing circuit 34 which combined the binary-ized average-error diffusion method and the dither error diffusion method may combine the configuration described previously with reference to drawing 18 , respectively, the same sign is given to the same part and the explanation is omitted.

[0029]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Drawing 19 - drawing 21 are drawings showing the sample image obtained by the image-processing circuit 34 which combined simply the

binary-ized average-error diffusion method and the dither error diffusion method. With reference to drawing 19 , the repeatability of a low concentration thin line improves sharply in the image-processing circuit 34 concerning this configuration rather than the image-processing circuit 33 of drawing 14 which is the case of a dither error diffusion method simple substance in image quality. However, in small images of distribution, such as a computer graphics image, the irregular striped pattern (texture) peculiar to error diffusion has occurred again under the effect which amended the binary-ized average error. It is acting as the recurrence student also of black SHIMI under this effect.

[0030] By the way, if a binary-ized average-error diffusion method and a dither error diffusion method are combined, the high-speed error diffusion method should be able to consist of high definition. However, in simple combination, the phenomenon in which the image-advantage which both have is negated by the mutual algorithm may occur.

[0031] This invention aims at a striped pattern not occurring with computer graphics etc., and offering the image processing system in which high-speed error diffusion is possible, even when it is made in order to cancel the above troubles, and a binary-ized average-error diffusion method and a dither error diffusion method are combined.

[0032]

[Means for Solving the Problem] An N binary conversion means by which the image processing system concerning this invention changes into image data N binary [smaller than N1 value] the input image data expressed with N1 value, An N3 value conversion means to change into N3 value data smaller than the N binary the image data expressed with the N binary, A 1st error error diffusion data-preparation means to prepare the data which diffuse the error at the time of N3 value conversion, A 2nd error diffusion data-preparation means to prepare the 2nd error diffusion data which prepare the data which diffuse the error of the average concentration of the output image at the time of N3 value conversion, and said N binary image in the perimeter of an attention pixel, A means to distinguish any one of the difference of the maximum of the partial field of input image data, and the minimum value, distribution, and the amounts of edge detection based on N binary image data, A means to adjust so that the difference of the maximum of a partial field and the minimum value, distribution, or the amount of edge detection is large and the 2nd error diffusion data may be greatly fed back according to the distinction result of a distinction means, A means to amend N binary image data using the 1st error diffusion data and the adjusted 2nd error diffusion data is included.

[0033]

[Function] The inputted image data of N1 value is changed into N binary image data, and any one of the difference of the maximum of the partial field of the image and the minimum value, distribution, and the amounts of edge detection is distinguished based on N binary image data. And the diffusing capacity of a 2nd error diffusion means to diffuse the error of average image concentration and image data based on the distinction result is controlled. Since the amount of amendments of N3 value-ized average error is controlled according to any one of the difference of the maximum of the partial field of an image, and

the minimum value, distribution, and the amounts of edge detection, the difference of the maximum of the partial field of an image and the minimum value, distribution, or N3 value-ized processing according to the amount of edge detection is performed.

[0034]

[Example] The example of this invention is explained with reference to a drawing below. Drawing 1 is the block diagram showing the configuration of the image processing system concerning this invention. With reference to drawing 1, the image processing system concerning this invention The multiple-value dither circuit 11 which inputs 8-bit image data and changes it into 4-bit dither image data, The error assistant positive part 12 for carrying out error diffusion of the 4-bit dither image data outputted from the multiple-value dither circuit 11 by the error data accompanying binary-izing explained later, The binary-ized section 13 which makes binary the dither image data by which was connected to the error assistant positive part 12, and error correction was carried out by predetermined threshold Th, The binary-ized error calculation section 14 which computes the difference of the dither image data and binary-ized output image data which are inputted into the binary-ized section 13, and by which error correction was carried out, The binary-ized error diffusion section 15 for carrying out error diffusion to the computed binary-ized error, The binary-ized average error diffusion section 16 for outputting the error of the binary-ized average concentration of output image data and subject-copy image data which were made binary, The binary-ized average-error diffusion section 16, the attribute judging section 17 which judges the attribute of the image based on the image data of the 4-bit 4x4 dither matrix outputted from the multiple-value dither circuit 11, and the controller 18 which adjusts a binary-ized average concentration error according to the judgment result from the attribute judging section 17 are included.

[0035] Next, actuation is explained. The inputted image data f1 is changed into the dither image data f2 in the multiple-value dither circuit 11, and error correction is carried out by the error assistant positive part 12, and it turns into the error correction data f3. The error correction data f3 are outputted as a binary output image g1 in the binary-ized section 13. The binary output image data g1 is changed into one according to the value of reference values in the binary-ized error calculation section 14, and the changed binary-ized error data g2 are inputted into the binary-ized error diffusion section 15, and it is outputted to the error assistant positive part 12 as binary-ized error diffusion data h1. The changed binary-ized error data g2 are inputted also into the binary-ized average error diffusion section 16. The binary-ized average-error concentration data h2 from the binary-ized average-error diffusion section 16 are processed by the controller 18 explained later, and are sent to the error assistant positive part 12 as error correction data h4.

[0036] The attribute distinction section 17 contains the dither storing Rhine memory 171 which memorizes dither matrix image data in a first in first out format by five lines. The partial window of 5x5 is generated by this dither storing Rhine memory 171. The maximum and the minimum value in a 5x5 partial window are detected by max / minimum value detection filter 172, and the attribute of an image is judged by the gain control circuit

173 connected to max / minimum value detection filter 172 according to the difference. If the difference of maximum and the minimum value is small, it will specifically be judged that image data is a non-distributing attribute, and if large, it will be judged with a distributed attribute.

[0037] Drawing 2 is drawing for explaining concrete actuation of the gain control circuit 173. With reference to drawing 2 , gain is determined according to the difference of the maximum and the minimum value which were detected with max / minimum value detection filter 172. That is, according to this threshold, the gain according to the attribute of an image is determined including the gain conversion thresholds Th1 and Th2 for the gain control circuit 173 to trichotomize the difference of maximum and the minimum value. When the difference of maximum and the minimum value is smaller than threshold Th1, gain is set to 0, when the difference is between thresholds Th1 and Th2, it is referred to as 0.5, and when larger than the difference threshold Th2, specifically, it is referred to as 1.

[0038] Next, with reference to drawing 1 , a controller 18 includes again the multiplication circuit 182 for carrying out the multiplication of the gain according to the attribute of the subtractor circuit 181 which computes the error of the dither image data f2 outputted from the multiple-value dither circuit 11, and the average concentration h2 of the output binary image outputted from the binary-ized average error diffusion section 16, and the image obtained in the gain control circuit 173 to the error data h3 obtained as a result of subtraction. Thus, the adjusted error diffusion data h4 are outputted to the error assistant positive part 12, and error diffusion is performed to the dither image data f2.

[0039] In the image-processing circuit concerning this invention shown in drawing 1 , the maximum/minimum value of the partial field of an image were detected, and the attribute of an image is distinguished according to that value. For example, by the computer graphics image, since distribution of concentration is very small, the difference of the maximum of a partial field and the minimum value becomes very small. It is controlled so that the difference of this max and the minimum value is small, and the amount of feedbacks of a binary-ized average error becomes small. That is, when there is very little distribution, only dither error diffusion is made to perform by canceling amendment of a binary-ized average concentration error. Consequently, generating of the peculiar striped pattern in an image with very small distribution of computer graphics etc. can be prevented.

[0040] Drawing 3 - drawing 5 are drawings showing the example of the output image at the time of carrying out an image processing in the image-processing circuit concerning this invention. Since field distinction of an image is performed with reference to drawing 3 - drawing 5 , it turns out that generating of the striped pattern in a computer graphics image is suppressed, and the repeatability of a low concentration thin line is good, and generating of black SHIMI is also suppressed further.

[0041] In the above-mentioned example, although the maximum and the minimum value of a partial field were detected and the attribute of an image was performed, the edge and variance of not only this but an image may be detected. In the time of the edge detection of

an image, when the amount of detection is small, error assistant conditioned weight may be decreased in a controller 18.

[0042] Moreover, when attribute distinction of an image is detected using a variance, and a variance is small, error assistant conditioned weight may be decreased in a controller.

[0043] Moreover, when max / minimum value detection is performed in the above-mentioned example, and the difference is small, error assistant conditioned weight may be decreased in a controller 18.

[0044]

[Effect of the Invention] As mentioned above, according to this invention, the inputted image data of N1 value is changed into N binary dither image data, the attribute of that image is distinguished, and the error of average image concentration and dither image data is diffused based on that distinction result. Since error diffusion is controlled according to the attribute of an image, the image processing in which the advantage of the image processing which both dither error diffusion and binary-ized average concentration error diffusion have was harnessed is performed. Consequently, though high-speed operation is possible and it is low cost, the low concentration thin line which suited the conventional error diffusion method breaks off, few, generating with a /mold can also press down low generating of the characteristic striped pattern in image data with little distribution like a computer graphics image, and ***** becomes possible also for high-definition-izing.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the configuration of the image-processing circuit concerning this invention.

[Drawing 2] It is drawing for explaining the contents performed in a gain control circuit.

[Drawing 3] It is drawing showing the example of an output at the time of processing an image in the image-processing circuit concerning this invention.

[Drawing 4] It is drawing showing the example of an output at the time of processing an image in the image-processing circuit concerning this invention.

[Drawing 5] It is drawing showing the example of an output at the time of processing an image in the image-processing circuit concerning this invention.

[Drawing 6] It is the block diagram showing the configuration of the image-processing circuit which realizes the conventional general error diffusion method.

[Drawing 7] It is drawing showing the example of the output image obtained by the conventional general error diffusion method.

[Drawing 8] It is drawing showing the example of the output image obtained by the conventional general error diffusion method.

[Drawing 9] It is drawing showing the example of the output image obtained by the conventional general error diffusion method.

[Drawing 10] It is the block diagram showing the configuration of the image-processing circuit which realizes a binary-ized average concentration error diffusion method.

[Drawing 11] It is drawing showing the example of the output image by the binary-ized average concentration error diffusion method.

[Drawing 12] It is drawing showing the example of the output image by the binary-ized average concentration error diffusion method.

[Drawing 13] It is drawing showing the example of the output image by the binary-ized average concentration error diffusion method.

[Drawing 14] It is the block diagram showing the configuration of the image-processing circuit which realizes a dither error diffusion method.

[Drawing 15] It is drawing showing the example of an output at the time of outputting by the dither error diffusion method.

[Drawing 16] It is drawing showing the example of an output at the time of outputting by the dither error diffusion method.

[Drawing 17] It is drawing showing the example of an output at the time of outputting by the dither error diffusion method.

[Drawing 18] It is the block diagram showing the image-processing circuit at the time of combining simply a binary-ized average-error diffusion method and a dither error diffusion method.

[Drawing 19] It is drawing showing the example of the output image at the time of combining simply a binary-ized average-error diffusion method and a dither error diffusion method.

[Drawing 20] It is drawing showing the example of the output image at the time of combining simply a binary-ized average-error diffusion method and a dither error diffusion method.

[Drawing 21] It is drawing showing the example of the output image at the time of combining simply a binary-ized average-error diffusion method and a dither error diffusion method.

[Description of Notations]

10 Image-Processing Circuit

11 Multiple-Value Dither Circuit

12 Error Assistant Positive Part

13 Binary-ized Section

14 Binary-ized Error Calculation Section

15 Binary-ized Error Diffusion Section 16
 Binary-ized Average Error Diffusion Section

17 Attribute Distinction Section

18 Controller